

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-315989

(43)Date of publication of application : 26.11.1993

(51)Int.Cl.

H04B 1/18

H04B 1/10

H04J 11/00

(21)Application number : 04-116504

(71)Applicant : FUJITSU GENERAL LTD

(22)Date of filing : 11.05.1992

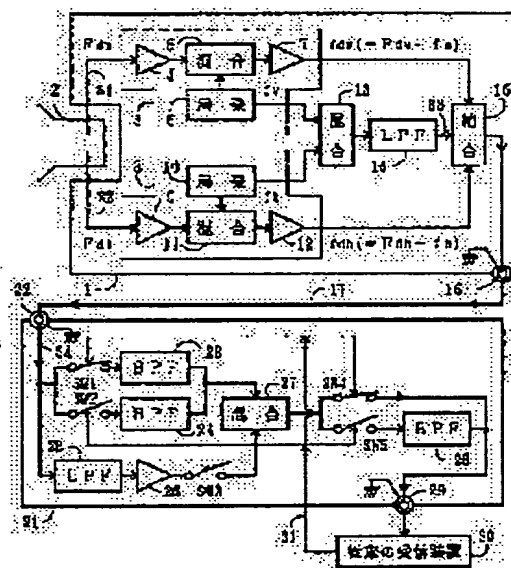
(72)Inventor : HONDA KATSUHIKO

(54) FREQUENCY CONVERTER AND BAND RESTORING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a frequency converter and a band restoring device to be provided for signal transmission on a channel for branched horizontal and vertical polarized waves to reach a receiver in signal reception from a communication satellite.

CONSTITUTION: In the case of converting the frequency of received horizontal and vertical polarized waves, a frequency converter 1 sets one local oscillated frequency to a uniform regular value, and sets the other local oscillated frequency to a value (irregular frequency) shifted from the regular frequency by a certain value so as to prevent the generation of an overlapped part in a frequency band between the frequency-converted horizontal and vertical polarized waves. On the other hand, with a difference frequency signal between respective local oscillation signals taken as a reference signal, the frequency of the reference signal and that of the channel group of the frequency-converted horizontal and vertical polarized waves are mutually multiplexed and the multiplexed signal is transmitted as one signal. A band restoring device 21 extracts the signal converted by the regular local oscillation signal out of the same frequency band and restores the signal converted by the irregular local oscillation signal to the regular frequency band by using the individually extracted reference signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

1905 110411A1A 12/16

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-315989

(43)公開日 平成5年(1993)11月26日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H04B 1/18

K 9298-5K

1/10

G 9298-5K

H04J 11/00

B 7117-5K

審査請求 未請求 請求項の数4(全7頁)

(21)出願番号

特願平4-116504

(71)出願人 000006811

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(22)出願日

平成4年(1992)5月11日

(72)発明者 本多 克彦

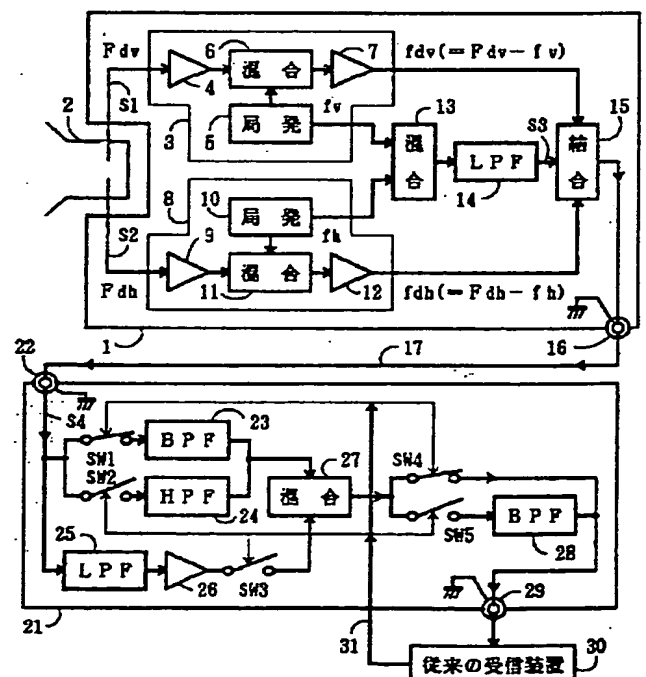
川崎市高津区末長1116番地 株式会社富士通ゼネラル内

(54)【発明の名称】 周波数コンバータおよび帯域復元装置

(57)【要約】

【目的】 通信衛星よりの信号受信において、分波した水平偏波及び垂直偏波の受信機に至る信号伝送に供する周波数コンバータ及び帯域復元装置に関する。

【構成】 周波数コンバータ1は、受信した水平偏波と垂直偏波とをそれぞれ周波数変換するに際し、一方の局発周波数は統一された正規な値にし、他方の局発周波数は正規周波数から一定値シフトした値(非正規周波数)にし、周波数変換後の水平偏波と垂直偏波とで周波数帯の重なり部分が生じないようにする。また、各局部発振信号の差周波数の信号を基準信号とし、該基準信号と、周波数変換後の水平及び垂直偏波のチャンネル群とを周波数多重して一つの信号として伝送する。帯域復元装置21は、正規の局部発振信号により周波数変換した信号はその周波数帯で取り出し、非正規の局部発振信号により周波数変換した信号は、別途取り出した前記基準信号を使用して正規の周波数帯に復元する。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 1以上のチャンネルからなる複数のチャンネル群の信号を周波数変換後、周波数多重が行えるようにする周波数変換部と、周波数変換されたチャンネル群の少なくとも一つを再び周波数変換するために用いる基準信号とを備え、上記チャンネル群信号と基準信号とを周波数多重して出力するようにした衛星放送又は通信衛星用周波数コンバータ。

【請求項2】 前記基準信号は周波数変換部に用いる2以上の局部発振器の発振周波数から生成するようにした請求項1記載の周波数コンバータ。

【請求項3】 互いに直交する水平偏波と垂直偏波とからなるCS（通信衛星）信号受信において、垂直偏波用局部発振器と、偏波分波器よりの垂直偏波信号を増幅する垂直偏波用第1の増幅器と、該垂直偏波用第1の増幅器よりの信号と該垂直偏波用局部発振器よりの信号とを混合して双方の周波数差の信号を発生する垂直偏波用混合器と、該垂直偏波用混合器よりの信号を増幅する垂直偏波用第2の増幅器とからなる垂直偏波用低雑音周波数変換器と、前記垂直偏波用局部発振器の発振周波数より一定周波数シフトした信号を発振する水平偏波用局部発振器と、偏波分波器よりの水平偏波信号を増幅する水平偏波用第1の増幅器と、該水平偏波用第1の増幅器よりの信号と該水平偏波用局部発振器よりの信号とを混合して双方の周波数差の信号を発生する水平偏波用混合器と、該水平偏波用混合器よりの信号を増幅する水平偏波用第2の増幅器とからなる水平偏波用低雑音周波数変換器と、前記垂直偏波用局部発振器よりの信号と前記水平偏波用局部発振器よりの信号とを混合して双方の周波数差の信号を基準信号として発生する基準信号用混合器と、該基準信号用混合器よりの信号中から基準信号のみを通過させる低域通過フィルタと、前記垂直偏波用低雑音周波数変換器よりの垂直偏波信号と前記水平偏波用低雑音周波数変換器よりの水平偏波信号と前記フィルタよりの基準信号とを、低域部には基準信号を、中域部には一方の偏波信号を、高域部には他方の偏波信号をそれぞれ配置し、且つそれぞれの信号の周波数帯が重ならないように配置した周波数多重信号を出力する結合器とで構成したことを特徴とする周波数コンバータ。

【請求項4】 前記周波数多重信号中の中域部に配置された偏波の信号を取り出すときのみオンする第1のスイッチ回路と、該第1のスイッチ回路のオン時には、前記周波数多重信号中の中域部に配置された偏波の信号のみを通過させる第1の帯域通過フィルタと、前記周波数多重信号中の高域部に配置された偏波の信号を取り出すときのみオンする第2のスイッチ回路と、該第2のスイッチ回路のオン時には、前記周波数多重信号中の高域部に配置された偏波の信号のみを通過させる高域通過フィルタと、該第2のスイッチ回路のオン時に連動してオンする第3のスイッチ回路と、該第3のスイッチ回路のオン時

2

には、前記周波数多重信号中の低域部に配置された基準信号のみを通過させる低域通過フィルタと、該低域通過フィルタよりの出力信号を増幅する増幅器と、該第1の帯域通過フィルタより信号入力があったときには、同じ周波数帯で出力し、該高域通過フィルタよりの信号と該基準信号との入力があったときには、双方の信号を混合して双方の周波数差の信号に変換して出力する混合器と、該第1のスイッチ回路のオン時に連動してオンし、該混合器の出力を出力端子に出力せしめる第4のスイッチ回路と、該第2のスイッチ回路と第3のスイッチ回路とがオン時には連動してオンする第5のスイッチ回路と、該第5のスイッチ回路のオン時には、該混合器の出力から正規信号のみを通過させて該出力端子に出力せしめる第2の通過フィルタとで構成したことを特徴とする帯域復元装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば、CS（通信衛星）よりの信号受信において、アンテナで受信され分波した水平偏波および垂直偏波のCS用受信機に至る信号伝送に供する周波数コンバータおよび帯域復元装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、水平偏波および垂直偏波とが混在するCS信号の受信は図4に示すような方法で行われていた。以下、図4につき概略説明する。図において、41はパラボラアンテナの反射板、42は水平偏波と垂直偏波とに分波する偏波分波器、43は水平偏波用の低雑音周波数変換器（LNB）、44は垂直偏波用の低雑音周波数変換器（LNB）、45は共同受信の場合に要する水平偏波用の信号分配器、46は同・垂直偏波用の信号分配器、47～50は受信機A～Dである。一般に、水平偏波のチャンネルと垂直偏波のチャンネルとは、その搬送周波数が交互に割り付けられている。即ち、水平偏波のチャンネルからみた場合、その前後が垂直偏波のチャンネルになっている。そして、隣合う水平偏波のチャンネルと垂直偏波のチャンネル各々の周波数帯域の一部は互いに重なっている。衛星からの送信段階ではこのような重なり部分があっても偏波が異なるので特に問題は生じない。

【0003】 しかし、受信アンテナでこれら偏波の信号を受信して混合してしまうと、上記重なり部分により隣合ったチャンネル間相互の干渉妨害を生じる。従って、受信段階では図4に示すように、偏波分波器42で分波された水平偏波および垂直偏波（12 GHz帯）は、それぞれ専用独立のLNB（43、44）により中間周波数（1GHz前後）にそれぞれ周波数変換し、該中間周波数の信号を2本の同軸ケーブルにより伝送していた。そして、共同受信の場合には、さらに各偏波専用の信号分配器45、46を設ける必要がある。また、上記LNBの基本構成を図5に示す。尚、同図において、図4と同一のものは同一符

(3)

3
号を付してある。水平偏波用のLNB43および垂直偏波用のLNB44双方の動作原理は同じであり、それぞれの局部発振器(51、52)の局部発振周波数 f_v 、 f_h も一般に同一周波数にしている。従って、水平偏波チャンネル群の周波数帯と垂直偏波チャンネル群の周波数帯とは重複するので上記干渉妨害を生じる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記説明のように、従来の受信においてはアンテナから分配器または受信機までの間の信号伝送に2本の同軸ケーブルを必要としていた。そして、共同受信の場合にはさらに各偏波ごとの信号分配器を必要としていた。特に、共同受信の場合には、ケーブル配設距離が長くなる傾向にあり、このような所に2本の同軸ケーブルを配設することは、その材料費のみならず配設工事費も高価なものとなるという欠点を有していた。本発明は、かかる欠点を改善するため、アンテナからの信号伝送に供する同軸ケーブルは1本にし、その材料費および配設工事費の低減を図るに適した周波数コンバータおよび該周波数コンバータよりの信号を正規な周波数帯に復元する帯域復元装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、垂直偏波用局部発振器と、偏波分波器よりの垂直偏波信号を増幅する垂直偏波用第1の増幅器と、該垂直偏波用第1の増幅器よりの信号と該垂直偏波用局部発振器よりの信号とを混合して双方の周波数差の信号を発生する垂直偏波用混合器と、該垂直偏波用混合器よりの信号を増幅する垂直偏波用第2の増幅器とからなる垂直偏波用低雑音周波数変換器と、前記垂直偏波用局部発振器の発振周波数より一定周波数シフトした信号を発振する水平偏波用局部発振器と、偏波分波器よりの水平偏波信号を増幅する水平偏波用第1の増幅器と、該水平偏波用第1の増幅器よりの信号と該水平偏波用局部発振器よりの信号とを混合して双方の周波数差の信号を発生する水平偏波用混合器と、該水平偏波用混合器よりの信号を増幅する水平偏波用第2の増幅器とからなる水平偏波用低雑音周波数変換器と、前記垂直偏波用局部発振器よりの信号と前記水平偏波用局部発振器よりの信号とを混合して双方の周波数差の信号を基準信号として発生する基準信号用混合器と、該基準信号用混合器よりの信号中から基準信号のみを通過させる低域通過フィルタと、前記垂直偏波用低雑音周波数変換器よりの垂直偏波信号と前記水平偏波用低雑音周波数変換器よりの水平偏波信号と前記低域通過フィルタよりの基準信号とを、低域部には基準信号を、中域部には一方の偏波信号を、高域部には他方の偏波信号をそれぞれ配置し、且つそれぞれの信号の周波数帯が重ならないように配置した周波数多重信号を出力する結合器とで構成した周波数コンバータと、前記周波数多重信号の中域部に配置された偏波の信号を取り出すときのみオ

4
ンする第1のスイッチ回路と、該第1のスイッチ回路のオン時には、前記周波数多重信号の中域部に配置された偏波の信号のみを通過させる第1の帯域通過フィルタと、前記周波数多重信号の高域部に配置された偏波の信号を取り出すときのみオンする第2のスイッチ回路と、該第2のスイッチ回路のオン時には、前記周波数多重信号の高域部に配置された偏波の信号のみを通過させる高域通過フィルタと、該第2のスイッチ回路のオン時に連動してオンする第3のスイッチ回路と、該第3のスイッチ回路のオン時には、前記周波数多重信号中の低域部に配置された基準信号のみを通過させる低域通過フィルタと、該低域通過フィルタよりの出力信号を増幅する増幅器と、該第1の帯域通過フィルタより信号入力があったときには、同じ周波数帯で出力し、該高域通過フィルタよりの信号と該基準信号との入力があったときには、双方の信号を混合して双方の周波数差の信号に変換して出力する混合器と、該第1のスイッチ回路のオン時に連動してオンし、該混合器の出力を出力端子に出力せしめる第4のスイッチ回路と、該第2のスイッチ回路と第3のスイッチ回路とがオン時には連動してオンする第5のスイッチ回路と、該第5のスイッチ回路のオン時には、該混合器の出力から正規信号のみを通過させて該出力端子に出力せしめる第2の通過フィルタとで構成した帯域復元装置と、を提供するものである。

【0006】

【作用】(1) 周波数コンバータ

例えば、搬送周波数が12 GHz帯の水平偏波と垂直偏波とをそれぞれ周波数変換するに際し、該周波数変換に供する局部発振信号の周波数を水平偏波用と垂直偏波用とはそれぞれ異なる値にし、且つ、一方の周波数は統一された正規な値にし、他方の周波数はその正規な周波数から一定値シフトした値(非正規周波数)にし、これら局部発振信号による該周波数変換後の水平偏波と垂直偏波とはいずれのチャンネルにおいても周波数帯の重なり部分が生じないような周波数帯に配置する。これにより、周波数帯の重なりのない水平偏波のチャンネル群と垂直偏波のチャンネル群とに分離することができる。さらに、それぞれの局部発振信号の差周波数の信号を基準信号とし、該基準信号と、周波数変換後の水平偏波のチャンネル群および垂直偏波のチャンネル群とを周波数多重して一つの信号として出力する。

(2) 帯域復元装置

前記正規の局部発振信号により周波数変換した信号はその周波数帯として取り出し、非正規の局部発振信号により周波数変換した信号の場合は、取り出した当該信号と別途取り出した前記基準信号とにより正規の周波数帯に復元する。そして、前者(正規周波数帯)の取り出しと、後者(非正規周波数帯)の取り出しとは択一的に切り換え、その切り換えは選択したチャンネルに対応した切換信号に従うようにする。

5

【0007】

【実施例】以下、本発明をCS受信に適用した場合の周波数コンバータおよび帯域復元装置について図面にに基づき説明する。図1は本発明による周波数コンバータおよび帯域復元装置の一実施例を示す要部ブロック図である。図において、1はアンテナ側に設ける周波数コンバータ、2は図4の符号42と同等の偏波分波器、3は下記4～7とからなる垂直偏波用低雑音周波数変換器（以下「Vチャンネル用LNB」という）、4は垂直偏波用第1の増幅器、5は垂直偏波用局部発振器、6は該第1の増幅器4よりの信号と該局部発振器5よりの信号とを混合する垂直偏波用混合器、7は垂直偏波用第2の増幅器、8は下記9～12とからなる水平偏波用低雑音周波数変換器（以下、「Hチャンネル用LNB」という）、9は水平偏波用第1の増幅器、10は水平偏波用局部発振器、11は該第1の増幅器9よりの信号と該局部発振器10よりの信号とを混合する水平偏波用混合器、12は水平偏波用第2の増幅器、13は垂直偏波用局部発振器5および水平偏波用局部発振器10それぞれの発振出力とを混合して双方の差周波数の信号を基準信号として出力する基準信号用混合器、14は該基準信号のみを通過させる低域通過フィルタ（LPF）、15はVチャンネル用LNB3、Hチャンネル用LNB8およびLPF14の各出力とを周波数多重して一つの信号にする結合器、16は多重した信号の出力端子、17は同軸ケーブルである。また、21は帯域復元装置、22は入力端子、SW1～SW5は第1～第5のスイッチ回路、23は第1の帯域通過フィルタ（BPF）、24は高域通過フィルタ（HPF）、25は低域通過フィルタ、26は増幅器、27は混合器、28は第2の帯域通過フィルタ（BPF）、29は正規周波数帯の水平偏波または垂直偏波の信号出力端子30は従来の受信装置、31は切換信号である。

【0008】次に、図1の動作につき周波数コンバータと帯域復元装置とに分けて説明する。

(1) 周波数コンバータ

アンテナで受信された電波は偏波分波器2で垂直偏波S1と水平偏波S2とに分波し、それぞれVチャンネル用LNB3およびHチャンネル用LNB8に入力する。各LNBの局部発振器の発振周波数は相違させるが、本実施例では垂直偏波用局部発振器5の発振周波数fvは一般に使用される正規周波数（例えば、11.2GHz）とし、水平偏波用局部発振器10の発振周波数fhは該fvより一定周波数シフトした非正規周波数（例えば、10.678GHz）とする。従って、垂直偏波S1の各チャンネル周波数をFdv、水平偏波S2の各チャンネル周波数をFdhとすれば、混合器6の出力周波数f dvおよび混合器11の出力周波数f dhは以下になる。

$$f dv = F dv - fv$$

$$f dh = F dh - fh$$

【0009】ここで、例えばF dvとF dhとを含んだ全受

(4)

6

信帯域（チャンネル群）が12.5GHz～12.75GHz、fvおよびfhを上記の値、f dvの上限及び下限周波数をそれぞれF1h及びF1L、f dhの上限及び下限周波数をそれぞれF2h及びF2L、としたときのf dv及びf dhの帯域は以下になる。

$$f dv \rightarrow (F1L \sim F1h) = (1.3 \sim 1.55) \text{ (GHz)}$$

$$f dh \rightarrow (F2L \sim F2h) = (1.822 \sim 2.072) \text{ (GHz)}$$

一方、基準信号用混合器13では上記fvとfhとの差周波数fb (=522MHz)の基準信号S3が発生している。尚、LPF14は該混合器13で発生した信号の中、高調波成分等を阻止し、差周波数fbのみを取り出すために設けるものである。結合器15で、低域部にS3（基準信号）、中域部にf dv（垂直偏波のチャンネル群）、および高域部にf dh（水平偏波のチャンネル群）が周波数多重され、一つの信号になる。結合器15の上記出力の周波数分布を図2に示す。図から明らかなようにf dvとf dhとの重複部分はない。この信号が出力端子16より1本の同軸ケーブル17で帯域復元装置21の入力端22へ伝送される。上記説明ではf dhを高域部、f dvを中域部に配置したが、これらを逆に配置してもよく、そのときには局部発振周波数fv、fhを上記例と逆の関係にする。

【0010】(2) 帯域復元装置

帯域復元装置21の役割は、図2に示す周波数多重信号から従来のCS受信回路30に適合する正規周波数帯の水平偏波信号または垂直偏波信号に復元して取り出すことである。そのため、SW1～SW5を選択したチャンネルに応じて下記説明のように適宜切り換える。受信するチャンネルが水平偏波か、垂直偏波かということは明らかになっているので、従来の受信回路30から選択したチャンネルに対応した切換信号31を得ることは容易である。以下、図2に示す周波数多重信号を前提として垂直偏波の信号取り出しと水平偏波の信号取り出しとに分けて説明する。

①垂直偏波の信号取り出し

垂直偏波のチャンネルが選択されると、切換信号31によりSW1とSW4とがオンし、その他スイッチ回路はオフにする。これにより、第1のBPF23は多重信号S4から垂直偏波のチャンネル群であるf dvのみを通過させる。該f dvは前述したように、従来の受信回路に適合した正規周波数帯の信号であるので、周波数変換は要しない。従って、混合器28の入力は該f dvのみとして同一周波数で通過させる。混合器28の出力はSW4を経て信号出力端子29から従来の受信装置30へ伝送されて従来の受信状態になる。

【0011】②水平偏波の信号取り出し

水平偏波のチャンネルが選択されると、切換信号32はSW2、SW3及びSW5をオンし、その他スイッチ回路はオフにする。これにより、HPF24は多重信号S4から水平偏波のチャンネル群であるf dhのみを通過させる。一方、LPF25により、基準信号S3が取り出される。該f dhは

(5)

前述のように、正規周波数帯から基準信号分高い側へシフトした非正規周波数帯の信号にしてあるので、正規周波数帯に復元する必要がある。かかる正規周波数帯への復元は混合器27で行われる。即ち、該混合器27はH P F 24よりの f_{dh} と、L P F 25及び増幅器26よりの基準信号 $S3$ (f_b) とを混合して ($f_{dh}-f_b$) の差信号を出力する。この差信号は正規周波数帯である。第2のB P F 28で、不用な高調波成分を阻止し、正規周波数帯のみを通過させる。以降は前記①と同様である。

【0012】次に、本発明の他の特徴につき説明する。即ち、周波数コンバータ1では局部発振周波数として正規周波数 f_v と非正規周波数 f_h の2種類を使用するが、後者 f_h の環境変化等に対する周波数安定性については、前者 f_v に比し緩やかでよいという特徴を有する。帯域復元装置21で、水平偏波信号の正規周波数帯への復元を式で示すと以下ようになる。

$$\begin{aligned} \text{水平偏波信号の正規周波数帯} &= f_{dh} - f_b \\ &= F_{dh} - f_h - f_b \\ &= F_{dh} - f_h - (f_v - f_h) \\ &= F_{dh} - f_v \end{aligned}$$

(但し、 $f_{dh} = F_{dh} - f_h$ 、 $f_b = f_v - f_h$)

上式から、正規周波数帯への復元においては f_v のみに依存し、 f_h は結果として無関係となる。このことは、 f_h の環境変化等による周波数変動 (温度ドリフト等) が多少大きくても復元に影響しないことを意味する。従って、局部発振周波数の安定性は f_v のみ考慮すればよいことになる。次に、本発明を共同受信に適用した場合の構成例を図3に示す。図において、1、17及び21は図1のそれと同一のものである。図から明らかなように、同軸ケーブル17は1本ですみ、従って、信号分配器35も1個で済む。

【0013】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、例えば、C S 受信における水平偏波及び垂直偏波のように、相互の干渉妨害の防止上から、アンテナから受信機までの間を2本の同軸ケーブルによりそれぞれ別個に伝送する必要があるところ、1本の同軸ケーブルで伝送できることになり、材料費やケーブル配設工事費等の低減

化に寄与するものである。特に、共同受信の場合には従来、図5に示したように2本の同軸ケーブルさらに各偏波用の信号分配器を要するが、本発明によれば図3に示すように図4に比し半減化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による周波数コンバータおよび帯域復元装置の一実施例を示す要部ブロック図である。

【図2】本発明による周波数コンバータの出力である周波数多重信号の周波数分布図である。

【図3】本発明による共同受信の構成図である。

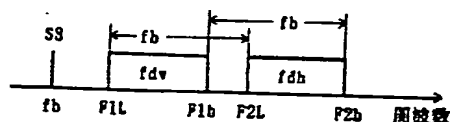
【図4】従来の共同受信の構成図である。

【図5】従来の低雑音周波数変換器である。

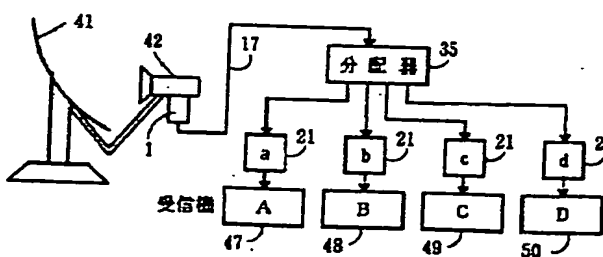
【符号の説明】

- 1 周波数コンバータ
- 2 偏波分波器
- 3 垂直偏波用低雑音周波数変換器 (Vチャンネル用 LNB)
- 5 垂直偏波用局部発振器
- 6 垂直偏波用混合器
- 8 水平偏波用低雑音周波数変換器 (Hチャンネル用 LNB)
- 10 水平偏波用局部発振器
- 11 水平偏波用混合器
- 13 基準信号用混合器
- 14 低域通過フィルタ (L P F)
- 15 結合器
- 16 出力端子
- 17 同軸ケーブル
- 21 帯域復元装置
- 22 入力端子
- SW1 第1のスイッチ回路 (以下、SW5まで)
- 23 第1の帯域通過フィルタ (B P F)
- 24 高域通過フィルタ (H P F)
- 25 低域通過フィルタ
- 27 混合器
- 28 第2の帯域通過フィルタ (B P F)
- 29 信号出力端

【図2】

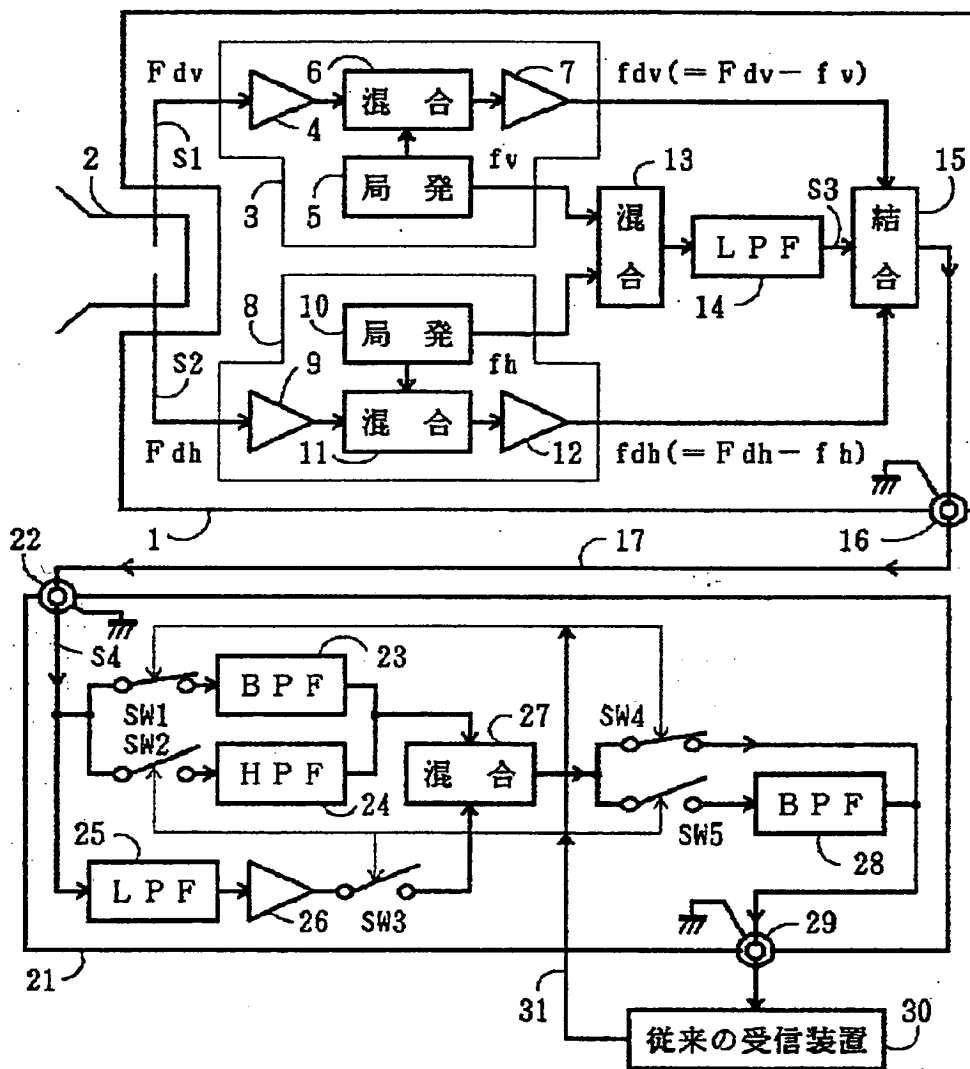


【図3】

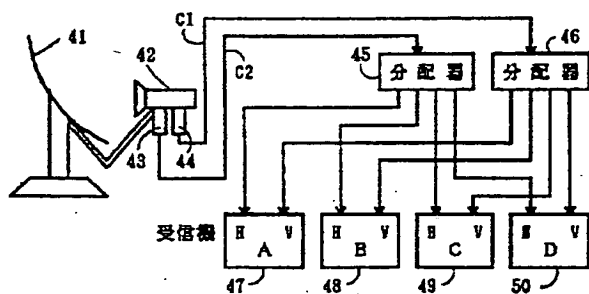


(6)

【図1】



【図4】



(7)

【図5】

